

Нил Деграсс Тайсон  
Грегори Мон



АСТРОФИЗИКА  
НАЧИНАЮЩИМ  
КАК ПОНЯТЬ ВСЕЛЕННУЮ



Научпоп для начинающих

Нил Тайсон

**Астрофизика начинающим:  
как понять Вселенную**

«ЭКСМО»

2017, 2019

УДК 523  
ББК 22.63

**Тайсон Н. Д.**

Астрофизика начинающим: как понять Вселенную /  
Н. Д. Тайсон — «Эксмо», 2017,2019 — (Научпоп для  
начинающих)

ISBN 978-5-04-103871-7

В своей книге «Астрофизика начинающим: как понять Вселенную» знаменитый астрофизик и популяризатор науки Нил Деграсс Тайсон раскрывает все тайны большой физики, загадки нашей Вселенной и отвечает на множество вопросов о том, как все устроено в нашем мире. В книге много полноцветных фотографий, инфографики и остроумных разъяснений самых сложных научных концепций. В формате PDF A4 сохранен издательский макет.

УДК 523  
ББК 22.63

ISBN 978-5-04-103871-7

© Тайсон Н. Д., 2017,2019  
© Эксмо, 2017,2019

# Содержание

Пролог	8
1	11
Конец ознакомительного фрагмента.	17

# Нил Деграсс Тайсон, Грегори Мон

## Астрофизика начинающим: как понять Вселенную

Neil deGrasse Tyson and Gregory Mone  
ASTROPHYSICS FOR YOUNG PEOPLE IN A HURRY  
Copyright © 2019, 2017 by Neil deGrasse Tyson



В оформлении переплета использованы иллюстрации:  
Artur Balytskyi / Shutterstock.com  
Используется по лицензии от Shutterstock.com;  
© natala krechetova / iStock / Getty Images Plus / GettyImages.ru



Во внутреннем оформлении использованы иллюстрации:  
bsd, Katy Flaty, Nikolaeva, Arina Usanova, vavavka / Shutterstock.com  
Используется по лицензии от Shutterstock.com



© Масленников К.В., перевод на русский язык, 2019  
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2021



*Яркие взрывающиеся звезды, такие как звезда, сияющая под дискообразной галактикой на этой снимке, помогли астрофизикам узнать, что Вселенная расширяется быстрее, чем мы думали*



## **Пролог**

### **Гуляю с собаками, чтобы смотреть на звезды**

Я решил стать астрофизиком, когда мне было девять лет. Помню ту ночь. Небо было усыпано звездами. Большая и Малая Медведица. Планеты Юпитер и Сатурн. Метеор, прочертивший небосвод. Я видел что-то, похожее на светлое облако, протянувшееся через все небо. Но это было вовсе не облако. То, на что я глядел, было нашим гигантским космическим домом, галактикой Млечный Путь, областью пространства, наполненной сотней миллиардов звезд. Почти целый час я с изумлением смотрел на все эти чудеса.

Потом опять включили свет, и я вспомнил, что сижу в планетарии Американского музея естественной истории.

То, что я видел, было демонстрационной программой планетария, но это вовсе не уменьшило силы моего впечатления. С того самого вечера я знал, кем хочу быть, когда вырасту. Я стану астрофизиком.

В то время я с трудом мог правильно выговорить само это слово. Но на деле-то все довольно просто. Астрофизик изучает планеты, звезды и другие космические тела – что с ними происходит и как они взаимодействуют друг с другом.

Астрофизиков интересуют черные дыры, эти удивительные чудовища, пожирающие свет и всю материю, до которой они могут дотянуться. Мы ищем на небе вспышки сверхновых, ослепительные взрывы умирающих звезд.

Мы – любопытная, необычная публика. Например, для астрофизика год – это прежде всего время, за которое наша планета совершает полный оборот вокруг Солнца. И если вы зайдете к астрофизику на день рождения, то, может, услышите такое поздравление:

«С еще одним оборотом вокруг Солнца, дружище...».

На уме у нас всегда одно – наука. Мой друг-актер недавно в шутку прочел мне классическую «сказку на ночь» – «Спокойной ночи, Луна». Не надо быть ученым, чтобы знать, что коровы не способны прыгать через Луну, как поется в песенке-потешке из этой сказки. Но астрофизик может подсчитать, что корове пришлось бы для этого сделать. И если корова нацелится на точку, в которой Луна окажется через три дня, а потом прыгнет со скоростью примерно в 25 000 миль в час, у нее будет шанс выполнить задачу.

Когда мне было девять, я не очень много знал об астрофизике. Мне просто хотелось понять, что же я видел во время шоу в планетарии и вправду ли настоящий космос, Вселенная в целом, выглядит так фантастически прекрасно. Сначала я стал рассматривать небо с крыши моего многоквартирного дома, забираясь туда с одним моим другом, у которого был классный бинокль. Позже я начал подрабатывать выгуливанием собак и на вырученные деньги купил телескоп. Собаки попадались разные: большие, маленькие, злые и добрые. Собаки в дождевиках. Собаки в шляпах и бахилах. Я гулял с ними, чтобы иметь возможность смотреть на звезды.

Шли годы, я стал пользоваться все большими и большими телескопами и глядеть на звезды уже не с нью-йоркской крыши, а с горных вершин Южной Америки. Но по-прежнему со мной оставалось желание понять космос и поделиться моей страстью с максимальным числом людей.

В том числе и с вами.

Я вовсе не думаю, что каждый, кто читает эту книгу, тут же захочет стать астрофизиком. Но, может быть, она зажжет ваше любопытство. Если вы когда-нибудь глядели на ночное небо и думали: «Что все это значит? Как это все устроено? И где во Вселенной мое место?» – то я советую вам читать дальше. Эта книга даст вам основные знания о главных идеях и открытиях ученых, исследующих Вселенную. Если я справился со своей задачей, то вы сможете не только



удивить родителей в разговоре за обедом или произвести впечатление на учителей, но, главное, вы будете смотреть на звезды на ясном ночном небе с более глубоким чувством понимания и удивления.

Так что – вперед. Мы могли бы начать с двух самых больших загадок Вселенной, темной материи и темной энергии, но сначала все же стоит поговорить о том, что я считаю величайшей историей на свете из всех, которая когда-нибудь была рассказана.

Это история жизни.



*За последнее столетие астрономы заметили в этой спиральной галактике целых восемь взрывающихся звезд – вот почему ее прозвали «Фейерверком»*



# 1

## Величайшая история на свете



В самом начале мира, почти четырнадцать миллиардов лет назад, вся Вселенная была меньше точки, которой кончается это предложение.

Насколько меньше? Представьте, что эта точка размером с пиццу. Теперь разрежьте эту пиццу на триллион частей. Всё, в том числе частицы, из которых состоит ваше тело, деревья или дома за окном, носки вашего друга и цветы вашей подружки, ваша школа, горные хребты и глубокие океаны нашей планеты, вся Солнечная система, далекие галактики – все пространство, энергия и вещество в космосе были втиснуты в эту точку.

Причем горячую.

Там было так жарко и столь много всего находилось в такой малой области пространства, что Вселенной оставалось только одно.

Разлетаться.

Очень быстро.

Сегодня мы называем это событие Большим взрывом. За мельчайшую долю секунды (конкретно – за одну десятимиллионную от одной триллионной от еще одной триллионной и от еще одной триллионной доли секунды) размер Вселенной невероятно увеличился.

Что нам известно об этом первом мгновении жизни нашего космоса? К сожалению, очень мало. Сегодня мы знаем, что все в нашем мире, от орбит планет до мельчайших частиц, из которых состоят наши тела, управляется четырьмя основными силами. Но в то первое мгновение после Большого взрыва все эти силы были свернуты в одну.

По мере того как Вселенная расширялась, она охлаждалась.

К концу этого краткого мига, который ученые теперь называют планковской эрой, по имени немецкого физика Макса Планка, одна из сил сумела отделиться от остальных. Эта сила – тяготение, или гравитация, – удерживает вместе звезды и планеты, из которых состоят галактики, не отпускает Землю с орбиты вокруг Солнца и, кроме всего прочего, не дает десятилеткам забрасывать мячи в баскетбольную корзину сверху. Чтобы провести простую демонстрацию постоянного действия силы тяготения, закройте эту книгу, поднимите ее на несколько дюймов над столом и отпустите. Видели?

(Если книга не упала, срочно найдите ближайшего астрофизика и сообщите ему о чрезвычайной ситуации космического масштаба.)

Правда, в первые мгновения существования ранней Вселенной не было ни книг, ни десятилетних баскетболистов. Не существовало даже самих планет, на которые могла бы влиять гравитация. Сила тяготения лучше всего действует на большие объекты, а в ранней Вселенной все еще было невообразимо маленьким.

Но это только в самом начале.

Космос продолжал расти.

Следующим шагом стало отделение друг от друга трех остальных главных сил природы<sup>1</sup>.

Для этих сил главное – управлять мельчайшими частицами или зернышками вещества, которое заполняет космос.

### **А смогли бы вы забросить сверху мяч в баскетбольную корзину на Марсе?**

Допустим, что вы действительно сумели добраться до Марса – а это не так-то легко – и что ваш скафандр настолько удобен, что в нем можно прыгать. Сила тяжести на планете зависит от ее массы. Так как Марс гораздо менее массивен, чем Земля, сила тяжести на нем всего-навсего чуть больше трети земного тяготения. Поэтому у вас будет шанс подпрыгнуть достаточно высоко. Но надеюсь, что, если вам и вправду удастся однажды попасть на Марс, вы не станете тратить время на баскетбол. Там будет на что посмотреть и чем заняться – поинтереснее, чем забрасывать мячи в корзину.

И как только все четыре силы разделились, появилось все необходимое для создания Вселенной.

От начала мира прошла одна триллионная доля секунды.

Вселенная все еще была невероятно маленькой, горячей, и в ней начало становиться тесно от частиц. В этот момент существовало два вида частиц: кварки – рифмуется с «шкварки» – и лептоны. Кварки – прикольная вещь. Кварк никогда нельзя поймать в одиночку – он всегда крепко держится за другие кварки. Наверняка у вас есть по крайней мере один друг или одноклассник, кто ведет себя примерно так же. Кварки похожи на детей, которые ничего не соглашаются делать одни, без компании, даже в туалет ходить.

### **У материи много имен**

Меня предупреждали, что молодых читателей не стоит перегружать большим количеством названий и терминов. Поэтому я удержусь от искушения рассказать во всех подробностях обо всех типах кварков, существующих во Вселенной: верхних, нижних, странных и очарованных. Но я все-таки думаю, кое-что о кварках и лептонах вам надо знать. Ведь из них построена вся видимая Вселенная. В том числе и вы. К тому же я замечал, что дети запросто запоминают сложнейшие названия разных динозавров. Понятно, некоторые динозавры такие злые и страшные с виду, что запомнить, как они называются, нетрудно. Но ведь и мы говорим ни больше, ни меньше

---

<sup>1</sup> Эти четыре силы таковы: тяготение, сильное взаимодействие, слабое взаимодействие и электромагнетизм. Мы еще поговорим о них позже.

как о частицах, из которых состоит вся Вселенная! Частицы, хотя они и не такие страшные с виду, как динозавры, тоже бывают очень интересными. И без этих частиц не появилось бы и самих динозавров.

Сила, которая удерживает вместе два кварка или более, увеличивается по мере того, как вы их разъединяете – как будто они связаны какой-то микроскопической невидимой резинкой. Если все же разъединить их до определенного предела, эта «резинка» лопается, и освободившаяся энергия ее натяжения создает с каждого конца пары новый кварк, который тут же присоединяется к уже существующему. Представьте, что было бы, если бы это произошло с вашими одноклассниками-«прилипалами», о которых мы говорили, и все они обзавелись бы «дублями». Ваши учителя точно бы удивились.

А вот лептоны, наоборот, одиночки. Сила, которая удерживает вместе кварки, на них не действует, и они не сбиваются в группы. Самый известный лептон – это электрон.

Но в космосе были не только эти частицы. Он буквально пылал энергией. Содержалась она в маленьких волнообразных пакетах или пучках световой энергии – фотонах.

И вот тут начинаются странности.

### **Антиматерия**

Все основные частицы Вселенной, в том числе кварки и лептоны, с которыми мы только что познакомились, имеют двойников из антиматерии, во всем им противоположных. Возьмем электрон, самый популярный представитель семейства частиц-лептонов. У электрона заряд отрицательный, а его античастица, позитрон, заряжена положительно. Но что-то мы не очень-то много видим вокруг себя антиматерии! Дело в том, что, как только его частица образуется, она тут же ищет свою «пару» – частицу материи, а встречи их добром никогда не кончаются: частицы уничтожают друг друга, превращаясь во вспышку энергии. (Смотрите в главе 3 придуманную физиком Георгием Гамовым историю о мистере Томкинсе.) Сейчас ученые создают частицы антиматерии в ходе экспериментов на гигантских установках, где атомы с огромной скоростью врезаются друг в друга. Мы наблюдаем их образование и при высокоэнергетических столкновениях частиц в космосе. Но проще всего найти антиматерию, вероятно, в научной фантастике. Оно служит топливом знаменитому звездолету «Энтерпрайз» в телевизионном шоу «Звездный путь» и кинофильмах, снятых по его мотивам. Да и в комиксах оно частенько появляется.

Вселенная была такой горячей, что фотоны постоянно превращались в пары частиц материи и антиматерии. Частицы каждой пары сталкивались друг с другом и исчезали, снова превращаясь в фотоны. Но по каким-то таинственным причинам в одном из каждого миллиарда таких превращений образовывалась только одна частица материи, без своего антидвойника. Не будь этих редких исключений, когда образовавшаяся частица не исчезала, во Вселенной никакого вещества бы не появилось. Так что очень хорошо, что все случилось именно так. Ведь мы-то все состоим из вещества.

Время шло, и космос продолжал расширяться и охлаждаться. Когда он стал больше, чем наша нынешняя Солнечная система, температура вдруг быстро упала. Вселенная все еще была невероятно горячей, но ее температура снизилась до значений менее триллиона градусов Кельвина.

От начала мира прошла одна миллионная доля секунды.

Итак, за это время Вселенная выросла от мельчайшей частицы точки в конце этого предложения до размеров нынешней Солнечной системы. А это область размером почти триста миллиардов километров, или более ста восьмидесяти миллиардов миль в поперечнике.

## **Как мы измеряем температуру**

Может, вы уже знаете, что есть несколько различных способов измерять температуру. В Соединенных Штатах мы пользуемся градусами Фаренгейта, в Европе и большей части остального мира привыкли к градусам Цельсия<sup>2</sup>. Астрофизики применяют шкалу Кельвина – на ней ноль градусов – это настоящий ноль, ниже него температура быть не может. Так что триллион градусов Кельвина – это чуть побольше, чем триллион градусов Фаренгейта или Цельсия. Нет, я не имею ничего против других температурных шкал – в повседневной жизни меня вполне устраивает Фаренгейт. Но, когда я думаю о Вселенной, мне нужны только Кельвины.

Триллион градусов Кельвина – это во много раз горячее поверхности Солнца. Но по сравнению с самым первым мгновением после Большого взрыва его можно считать прохладой. Тепленькая Вселенная уже не была достаточно горячей и плотной, чтобы образовывать новые кварки, а все уже созданные крепко обхватили своих партнеров и стали объединяться в более тяжелые частицы. Такие комбинации кварков вскоре привели к появлению знакомых нам форм вещества: протонов и нейтронов.

К этому времени от начала мира прошла одна секунда.

Вселенная разрослась до размера в несколько световых лет – примерно на таком расстоянии от ближайших к нему звезд сейчас находится Солнце. Температура ее упала до миллиарда градусов, и в ней все еще очень жарко – достаточно жарко, чтобы приготовить маленькие электроны и их античастицы, позитроны. Эти частицы внезапно возникают, аннигилируют друг с другом и снова исчезают. Но то же самое правило, которое действовало для других частиц, справедливо и для электронов: один на миллиард все-таки выживает.

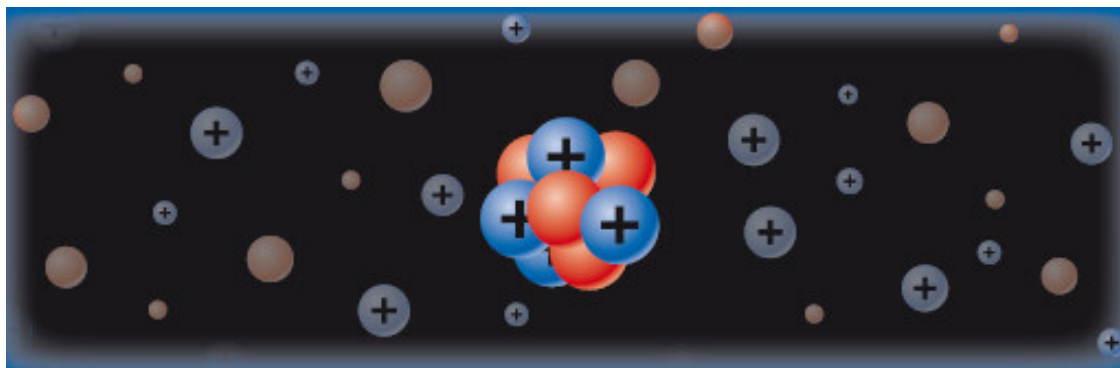
## **Простой рецепт приготовления вещества Вселенной**

1. Начните с кварков и лептонов.
2. Слепите кварки вместе, чтобы получились протоны и нейтроны.
  - 1 Из протонов, нейтронов и электронов (отрицательно заряженных лептонов) постройте ваши первые атомы.
4. Смешайте эти атомы, чтобы получились молекулы.
5. Собирая молекулы в различных сочетаниях и формах, создайте планеты, цветы и людей.

---

<sup>2</sup> Видимо, это шутка автора. Температура в сто градусов по Цельсию действительно сильно отличается от ста Кельвинов, но, когда мы говорим о миллионах градусов, небольшое различие в нуль-пунктах этих шкал не имеет никакого значения. – *Прим. пер.*





Остальные взаимно уничтожаются.

Температура космоса падает ниже ста миллионов градусов, что все еще намного горячее нынешней поверхности Солнца.

Частицы большего размера начинают сплавляться друг с другом. Основные ингредиенты тех самых атомов, которые сегодня составляют весь видимый мир: звезды и планеты, деревья и дома за окном, носки твоего друга, мои усы, – соединяются в одно целое. Протоны сплавляются с другими протонами и еще с нейтронами, образуя центры атомов – атомные ядра.

От начала мира прошло уже две минуты.

Как правило, носящийся по Вселенной электрон притягивается к протонам и ядрам. У электронов есть отрицательный заряд. У протонов и ядер заряды положительные, а противоположности притягиваются. Почему у одних частиц заряд положительный, а у других отрицательный? И почему, спросите вы, противоположности притягиваются?

Ответ простой: потому.

### Четыре фундаментальные силы

Вот четыре фундаментальные силы, которые управляют нашей Вселенной.

1. Тяготение – о нем вы уже знаете.
2. Мощная сила, которая удерживает частицы вместе в центре атома.
3. Слабая сила, заставляющая атом разваливаться и выделять энергию. Вообще-то она не такая уж слабая. Она гораздо сильнее тяготения. Но все же она не такая сильная, как мощная сила из предыдущего пункта.
4. Электромагнитная сила притягивает отрицательно заряженный электрон к положительно заряженному протону в центре атома. Она же связывает несколько атомов в молекулу.

Простой итог: тяготение связывает крупные тела, а остальные три силы действуют на маленькие частицы.

Я бы и рад дать вам ответ получше этого. Но Вселенная не обязана иметь какой-то смысл – она нам ничего не обещала. Я могу только сказать, что много, очень много лет научных исследований подтверждают, что все устроено именно так.

Зная об этом их свойстве, можно было бы сделать вывод, что протоны и электроны должны намертво приклеиться друг к другу. Однако на протяжении тысяч лет Вселенная оставалась еще слишком горячей, чтобы это могло случиться. Электроны носились в пространстве сами по себе, изо всех сил пытаясь попасть к своим любимым по дороге фотоны – это вообще любимое занятие свободных электронов.

Все это кончилось, когда температура Вселенной упала ниже 3000 градусов Кельвина (примерно вдвое холоднее поверхности Солнца) и все свободные электроны соединились с положительно заряженными протонами. Когда это случилось, все фотоны смогли пересекать Вселенную беспрепятственно – и этот свет современные ученые все еще могут регистрировать. Мы поговорим об этом подробнее в главе 3.

От начала мира прошло триста восемьдесят тысяч лет.

А Вселенная продолжала расширяться, как воздушный шарик, который никак не лопнет. Расширяясь, она охлаждалась, и тяготение постепенно принялось за работу. Первые несколько сотен тысяч лет частицы беспорядочно носились повсюду, как расшалившиеся малыши на детской площадке. Но потом гравитация начала стягивать вещество в космические города – галактики.

### **Что такое заряд?**

У каждого человека есть какие-то качества и особенности. Кто-то может быть приветливым, а кто-то угрюмым. Эти свойства помогают нам как-то характеризовать других людей. Заряд – одно из основных свойств материи. У некоторых частиц, например у протонов, имеется положительный заряд. У других частиц заряд отрицательный. А некоторые частицы, например нейтроны, вообще не имеют никакого заряда. Когда две частицы обладают одинаковым зарядом, они отталкиваются друг от друга. А если у них заряды противоположные, как у протона и электрона, тогда они друг к другу притягиваются.

Образовалось около ста миллиардов галактик.

В каждой из них были сотни миллиардов звезд.



## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.